SPIXIANA	19	3	281–288	München, 01. November 1996	ISSN 0341-8391

Vergleichende Untersuchungen über die Größe und Form der Augenflecken am Analwinkel der Hinterflügel von *Iphiclides podalirius podalirius* (Linnaeus, 1758) und *I. podalirius feisthamelii* (Duponchel, 1832)

(Insecta, Lepidoptera, Papilionidae)

Von **Th. A. Wohlfahrt**

Wohlfahrt, Th. A. (1996): A comparative analysis of size and form of the ocelli at the anal angle of the hindwings in *Iphiclides podalirius podalirius* (L.) and *I. podalirius feisthamelii* (Dup.) (Insecta, Lepidoptera, Papilionidae). – Spixiana **19/3:** 281-288

The size and form of the ocelli at the anal angle of the hindwings in the scarse swallowtails *Iphiclides podalirius podalirius* and *podalirius feisthamelii* were compared by means of a novel adequate algorythm. The quantitative analyses included specimens of both sexes from both the spring generations and the summer generations, respectively. The values for male and female individuals being alike, there were found statistically significant differences between the subspecies themselves: The ocelli of *Iphiclide podalirius feisthamelii* as compared to those of *I. podalirius podalirius,* proved to be smaller by a factor of 0.9. In the summer generation of both subspecies they enlarged equally by a factor of 1.1. As for the variability of their shape, there were no differences. It rather depended on the overall body-size of the specimens.

Dr. Th. A. Wohlfahrt, ao. Prof. i. R., Theodor-Boveri-Institut für Biowissenschaften, (Biozentrum der Universität), Lehrstuhl für Zoologie 1, Am Hubland, D-97074 Würzburg, Germany.

Anschrift für Sonderdrucke: Kardinal-Döpfner-Platz 1, D-97070 Würzburg.

Einleitung

Vom Segelfalter gibt es zwei Subspecies: *Iphiclides podalirius podalirius* (Linnaeus, 1758) (Westeuropa bis Zentralasien) und *podalirius feisthamelii* (Duponchel, 1832) (Iberische Halbinsel, Nordafrika). Sein besonderes Zeichnungselement ist der Augenfleck am Analwinkel der Hinterflügeloberseite, im folgenden als Analauge (AA) bezeichnet. Er variiert in Form wie Ausdehnung erheblich; außerdem wird sein Bild von der ihn umgebenden Tönung wesentlich beeinflußt. Durch die verschiedene Ausprägung der schwarzen Bereiche erscheinen subjektiv die sehr viel "ausdrucksvolleren" AA des *feisthamelii* gegenüber denen von *podalirius* beinahe größer. Genauere Betrachtung ergab Widersprüche bezüglich der Proportionen, Größe und Lage im Verhältnis zur Flügelfläche, wodurch die folgenden Untersuchungen angeregt wurden. Im Verlauf der Arbeit erwies sich die Größe der AA zunehmend bedeutungsvoller. So erschien es wichtig, diese bei den beiden Unterarten des Segelfalters genauer zu erfassen und vergleichend darzustellen.

In der Literatur ist über die in Frage stehende Zeichnung wenig zu finden. Den Bestimmungsbüchern genügen Hinweis und Abbildung. Wohlfahrt (1979) konnte bezeichnende Unterschiede in der Farbverteilung zwischen der gen. vern. und der gen. aest. des *podalirius* feststellen. Daraus ergab sich bereits hier als Folgerung, daß die AA der gen. aest. größer als diejenigen der gen. vern. sind.

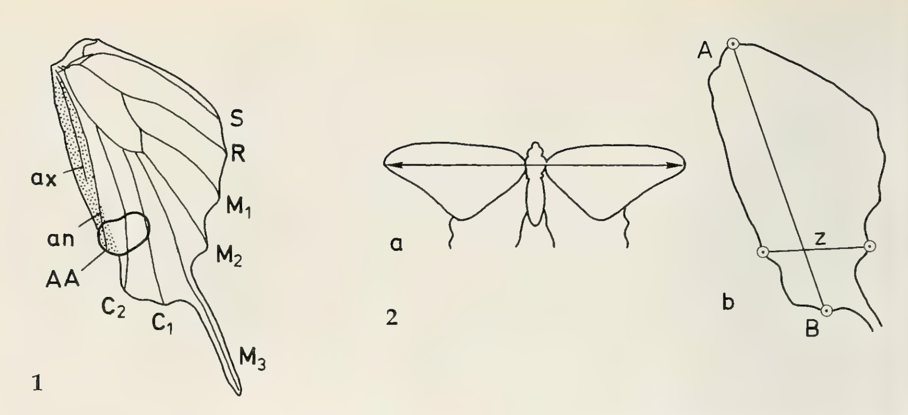


Abb. 1. *Iphiclides podalirius.* Hinterflügel, Geäder und Lage des Analauges. Punktiert: Bereich des nach unten umgeschlagenen Analrandes. ax = Axillaris, an = Analis, AA = Analauge.
Abb. 2. *Iphiclides podalirius.* a = Flugspanne; b = Meßstrecken am Hinterflügel: AB = Hinterflügellänge, z = Hinterflügelbreite.

Material

Die Untersuchungen wurden an n = 290 Freilandfaltern durchgeführt. Da ♂♂ und ♀♀ beider Generationen aus 14 Gebieten einbezogen sind, bedarf es einer Begründung der Auswahlkriterien für dieses verhältnismäßig geringe Material. Wichtigste Bedingung zur Bearbeitung der Proportionen an den AA ist einwandfreie Präparation. Die Analwinkel der Hinterflügel müssen völlig plan gespannt sein, was bei allen Segelfaltern auf große Schwierigkeiten stößt, weil der Analrand normal nach unten umgeschlagen ist (Seitz 1909). Hierdurch entstehen bei ungenauem Spannen gepreßte Falten (Abb. 1), die ein genaues Erfassen der AA unmöglich machen. Kontur und Zeichnung der Flügel erscheinen völlig verändert, wie bei Seitz (1909) im Abb.-Band 1 auf Taf. 7 Reihe c deutlich wird. Nachspannen führt selten zum Ziel, denn die sperrigen Adern können kaum korrigiert werden, ohne die Flügel erheblich zu verletzen. Hinzu kommt, daß *podalirius* neben der Analis eine deutliche Axillaris aufweist, die den Umschlagsrand zusätzlich verstärkt (Abb. 1). In Anbetracht dieser Gegebenheit blieb von dem sehr großen zur Verfügung stehenden gesamten Material nur die am Anfang genannte Anzahl von n = 290 Faltern übrig. Ihre Herkunft und zahlenmäßige Aufgliederung zeigt Tab. 1.

Aus Tab. 1 geht hervor, daß nicht alle geeigneten Falter statistisch ausgewertet wurden. Um die zu vergleichenden Reihen nicht zu groß werden zu lassen und zugleich einer unbewußten Auswahl vorzubeugen, wurden die Falter der einzelnen Populationen eines Großgebietes in zufälliger Reihenfolge in einer bestimmten Himmelsrichtung geordnet zusammengeschrieben und dann jeder 3. und bei geringeren Anzahlen jeder 2. Falter in die Berechnung einbezogen, so daß die Variabilität der gesamten Großpopulation erfaßt war. Randgebiete der Verbreitung wurden ebenso wie kleine Sonderpopulationen für grundlegende Tests nicht berücksichtigt, jedoch zu Vergleichen herangezogen.

Methoden

Zur Aufbereitung der AA-Werte für Größenvergleiche sind Faltergröße und Hinterflügellänge von Bedeutung. Als Maß für die Größe dient zweckmäßig die Flugspanne f (Abb. 2a) (Wohlfahrt 1979). Die Hinterflügellänge (HL) bestimmt sich aus der geradlinigen Verbindung des Vorderrandes nächst der Flügelwurzel mit dem distalen Ende der Ader C_1 (Abb. 2b). Die Werte für f und HL sind so gut korreliert, daß HL an Stelle von f gesetzt werden kann (n = 15 ♂♂ gen. vern. Unterfranken, $r \approx 0.98$). Im Verlauf der Untersuchungen wurde auch die Hinterflügelbreite (HB) wichtig (Abb. 2b).

Da es nach der Fragestellung bei AA nur um die Alternative "größer" oder "kleiner" geht, ist die absolute Größe belanglos; es genügt ein Maß, das einen relativen Unterschied erkennbar macht. Zu diesem Zweck wurden Höhe und Breite jedes AA mit Hilfe eines auf 0.5 mm geeichten Maßstabes

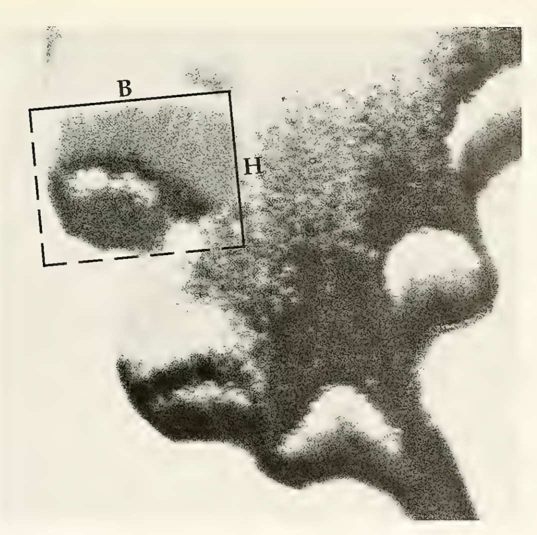


Abb. 3. *Iphiclides podalirius*. Meßstrecken am Analauge: H = Höhe, B = Breite.

bestimmt, wobei besonders darauf zu achten war, daß die beiden Achsen senkrecht zueinander stehen. Durch Verschiebung bis an den Rand des AA werden die Achsen zu Tangenten, aus denen sich ein Rechteck berechnen läßt, welches das AA eben umgreift (Abb. 3). Die außerhalb der AA liegenden Restflächen können vernachlässigt werden, weil sich die Fehler durch die Variabilität der AA-Form gegenseitig aufheben. Zum Vergleich der AA war notwendig, die einzelnen Rechtecke auf einen gemeinsamen Nenner zu bringen. Man kann gedanklich jedes der Rechtecke in ein flächengleiches Quadrat transformieren, dessen Kantenlänge als Quadratwurzel aus der Fläche des Rechtecks gegeben ist. Die Kantenlängen entsprechen nunmehr den AA-Größen. Um die Faltergröße f auszuschalten wurden zuvor alle AA-Höhen (AAH) und AA-Breiten (AAB) in % der HL der betreffenden Falter

Tab. 1. *Iphiclides podalirius*, Herkunft und Einsatz des Materials; statistisch verwendete Anzahlen durch Fettdruck hervorgehoben.

Gebiet	gen. vern.				gen. aest.			
	♂♂ n =		♀♀ n =		♂♂ n =		♀♀ n =	
Unterfranken, Umg. Karlstadt (Main)	11	**3**	6	**3**	11	**4**	4	**2**
Unterfranken, Umg. Karlstadt (Main)	17	**17**						
Nordtirol, Kauner Tal	10	**5**	6					
Südfrankreich, Thezan (Herault)	9	**3**	5	**3**	6	**2**	6	**3**
Norditalien, Andora bei Laigueglia	10	**3**			10	**3**		
Dalmatien, Insel Korcula	10	**4**	7	**3**	10	**4**	5	**3**
Griechenland, Umgebung Thessaloniki	8		10	**5**			12	**6**
Griechenland, Umgebung Kalamata	15	**4**						
SO-Türkei, Prov. Hakkari, Dez-Tal	5	**5**			5	**5**		
SW-Frankreich, Vernet les Bains	15	**5**			15	**5**		
Katalonien Massanet-Massanas	10	**4**			10	**4**		
Katalonien Blanes	7	**2**			9	**3**		
O-Spanien, versch. Fundorte			7	**6**			9	**9**
N-Afrika, Algerien, Marokko	3		1		2		1	
N-Afrika, Mittl. Atlas					1		2	
Σ_n	130	**55**	42	**20**	79	**30**	39	**23**
Insgesamt: 290 (**128**) Falter								

ausgedrückt. Damit werden die Kantenlängen der Quadrate zu allgemein vergleichbaren Meßstrecken. Die derart errechneten Zahlen sind im folgenden als AA-Werte bezeichnet. Ein höherer AA-Wert bedeutet, daß die betreffenden AA relativ größer sind als solche mit niedereren Werten. Die Sicherung der Unterschiede zwischen den Kollektiven erfolgte vermittels Wilcoxon 2-Stichproben-Test (einseitig) (Pfanzagl, 1978) (W-Test). Die Mittelwerte ($\bar{n}$) der AA-Größen wurden auf nur eine Dezimale gerundet, damit der Eindruck einer nicht vertretbaren Genauigkeit vermieden wird. Die Aussage wird derart sehr viel klarer; an den Resultaten ändert sich praktisch nichts.

Voruntersuchungen an *Iphiclides podalirius podalirius* ♂♂

Zunächst waren Sicherheit und Tragfähigkeit der dargelegten Meß- und Berechnungsmethoden zu ermitteln, also die Streuung S eines Kollektivs und sein Verhalten im Vergleich mit Kollektiven anderer Fundorte. Als Ausgangsdaten für die Testgrößen dienten n = 17 ♂♂ gen. vern. vom selben Fundort aus Unterfranken ($\bar{n} \approx 14.2$; $S \approx \pm 1$; $m \approx 0.25$) gegen n = 17 ♂♂ gen. vern. des Großgebiets “Europa”, bestehend aus Unterfranken (n = 3), Südfrankreich (n = 3), Norditalien (n = 3), Dalmatien (n = 4) und Griechenland (n = 4) (Tab. 1), als deren gemeinsame AA-Werte sich $\bar{n} \approx 14.1$; $S \approx \pm 1.27$ und $m \approx 0.31$ ergaben. Die Werte stimmen gut überein, eine Verschiedenheit ist mit W-Test nicht nachweisbar. Dasselbe gilt für den Vergleich des *podalirius* mit seiner f. *inalpina* Vrty. (Wohlfahrt, 1978) (n = 5; $\bar{n} \approx 14.1$; $S \approx \pm 0.7$; $m \approx 0.31$). Von besonderem Interesse war ein Vergleich dieser Werte mit denen einer geographisch sehr weit entfernten Population, wofür n = 5 Falter aus Kleinasien (SO-Türkei, Prov. Hakkari, Dez-Tal) zur Verfügung standen. Die Werte ihrer AA betragen $\bar{n} \approx 14.1$; $S \approx \pm 1.08$; $m \approx 0.49$, liegen also sämtlich im Bereich der Europa-Werte. Entsprechend ergab auch der W-Test keinen Unterschied. Die Ergebnisse werden den gestellten Anforderungen gerecht; folglich sind die Methoden für die folgenden Untersuchungen geeignet.

Größe der Analaugen von *I. podalirius podalirius*

Im vorigen Abschnitt war bereits gefunden worden, daß der AA-Wert in der gen. vern. im untersuchten Verbreitungsgebiet einheitlich ≈ 14.1 beträgt. Aus Zeichnungselementen war zu schließen, daß die Sommerfalter gegenüber der gen. vern. eine größere Augenzeichnung aufweisen (Wohlfahrt 1979), dem entsprechend müßten ihre AA-Werte höher sein. Ein Vergleich der ♂♂ beider Generationen vom selben Fundort aus Unterfranken erbrachte die Bestätigung: gen. vern. (n = 17) $\bar{n} \approx 14.2$ und gen. aest. (n = 11) $\bar{n} \approx 15.9$. Die AA der gen. aest. können nach den Ergebnissen der Voruntersuchungen in sich ebenfalls als einheitlich angenommen werden. Sie sind im vorliegenden Fall ≈ 1.1 mal größer als diejenigen der gen. vern.; der Unterschied besteht mit 99.5 % Sicherheit (W-Test). Es war zu erwarten, daß auch die Unterschiede in weiträumigen Populationen ungefähr in derselben Größenordnung liegen. Folgende Werte wurden verglichen: Europa vern. (n = 17, $\bar{n} \approx 14.1$) mit aest., vertreten durch Unterfranken (n = 4), Südfrankreich (n = 2), Norditalien (n =3) und Dalmatien (n = 4), zusammen n = 13 Falter (Tab. 1) mit der gemeinsamen AA-Größe $\bar{n} \approx 15.4$. Die AA-Werte aest. sind auch hier größer, und auch dieser Unterschied ist mit 99.5 % gesichert (W-Test). Der Faktor der Vergrößerung beträgt ebenfalls ≈ 1.1. Die selben Werte zeigen entsprechend der gen. vern. auch n = 5 ♂♂ gen. aest. aus der SO-Türkei (Prov. Hakkari, Dez-Tal). Um die Einheit *podalirius podalirius* vollständig zu erfassen, wurden zur Ergänzung Ergebnisse an ♀♀ (Europa, Tab. 1) herangezogen: gen. vern. (n = 14), $\bar{n} \approx 14.5$ und gen. aest. (n = 14), $\bar{n} \approx 15.8$). Der Vergrößerungsfaktor beträgt auch hier ≈ 1.1; der Unterschied ist mit 97.5 % immer noch gut gesichert (W-Test). Zusammenfassend kann gesagt werden:

1. Die AA der subspec. *podalirius* ♂♂ und ♀♀ sind in der gen. aest. gegenüber der gen. vern. um den Faktor ≈ 1.1 größer.

Größe der Analaugen von *I. podalirius feisthamelii* und Vergleiche mit *I. podalirius podalirius*

Für die folgenden Beurteilungen wurde zunächst Einheitlichkeit innerhalb der Spezies *podalirius* angenommen, so daß die im vorstehenden Kapitel genannten Tatsachen auch für die subspec. *feisthamelii* gelten müßten. Nunmehr wurden die AA der *podalirius* gen. vern. ♂♂ mit denen der gen. vern. der subspec. *feisthamelii* verglichen. Den n = 17 *podalirius* der Populationsgruppe Europa (AA-Größe $\bar{n} \approx 14.1$) standen n = 11 Falter aus SW-Frankreich und Katalonien gegenüber (Tab. 1). Diese zeigten jedoch nur einen AA-Wert von $\bar{n} \approx 12.6$, also gegenüber der subspec. *podalirius* eine Verkleinerung um den Faktor ≈ 0.9.

Der W-Test ergab 99.5 % Sicherung des Unterschieds. Ebenso erwiesen sich die AA der gen. aest. ♂♂ *feisthamelii* (n = 12, AA $\bar{n} \approx 13.4$) gegenüber denen von *podalirius* (n= 13, AA $\bar{n} \approx 15.4$) um den Faktor ≈ 0.9 kleiner, und auch hier besteht der Unterschied mit 99.5 % Sicherheit (W-Test). Bei den ♀♀ liegen die AA-Werte im Verhältnis etwa in derselben Größenordnung: gen. vern. *podalirius* (n = 14) $\bar{n} \approx 14.5$ gegen *feisthamelii* (n = 6) $\bar{n} \approx 12.8$ (Unterschied der $\bar{n}$ ≈ 97.5 % gesichert, W-Test) und gen. aest. *podalirius* (n = 14) $\bar{n} \approx 15.8$ gegen *feisthamelii* (n = 9) $\bar{n} \approx 14.3$ (Sicherung W-Test 99.5 %). Zusammenfassend kann festgestellt werden:

2. Die AA der subspec. *feisthamelii*-Falter sind um den Faktor ≈ 0.9 kleiner als diejenigen der subspec. *podalirius*, und zwar bei den ♂♂ und ♀♀ beider Generationen.

Nach 1. sind die AA bei *podalirius podalirius* in der gen. aest. gegenüber der gen. vern. allgemein größer. Zum Vergleich wurden die entsprechenden Werte für *feisthamelii* berechnet: ♂♂ gen. vern. (n = 11) $\bar{n} \approx 12.6$ gegen gen. aest. (n = 12) $\bar{n} \approx 13.4$ und ♀♀ gen. vern. (n = 6) $\bar{n} \approx 12.8$ gegen gen. aest. (n = 9) $\bar{n} \approx 14.3$; auch hier erweisen sich die AA in der gen. aest. um den Faktor 1.1 größer.

3. Zwischen subspec. *podalirius* und subspec. *feisthamelii* besteht hinsichtlich der AA-Größe beider Geschlechter im Verhältnis der Frühjahrs- zu den Sommerfaltern kein Unterschied.

Die ssp. *feisthamelii* weist in ihren südlichen Verbreitungsgebieten (NW-Afrika von der Küste über den Atlas bis in die Oasen der Sahara) erheblich abgeänderte Modifikationen auf. Besonders unter der gen. aest. *latteri* Austaut werden Riesenexemplare gefunden, die in den Flügelproportionen und damit auch in der Zeichnung abweichen. Der Übergang zu den südeuropäischen *feisthamelii* ist fließend, so daß die Zugehörigkeit zu dieser Subspezies ohne Zweifel steht. Obwohl nur wenige Falter verfügbar waren (Tab. 1), erschien es angebracht, die AA-Größen in den Vergleich einzubeziehen. Die Werte betrugen: ♂♂ gen. vern. NW-Afrika (n = 3) $\bar{n} \approx 13.7$ gegen Katalonien (n = 11) $\bar{n} \approx 12.6$; ♂♂ gen. aest. NW-Afrika (n = 3) $\bar{n} \approx 13.1$ gegen Katalonien (n = 12) $\bar{n} \approx 13.4$; ♀♀ gen. aest. NW-Afrika (n = 3) $\bar{n} \approx 13.5$ gegen Katalonien (n = 9) $\bar{n} \approx 14.3$. Der W-Test ergab in keinem Fall einen signifikanten Unterschied, so daß die Annahme, daß alle Kollektive als Teile ein und desselben Grundkollektivs aufgefaßt werden können, nicht widerlegt ist. Die Resultate sprechen also für Zusammengehörigkeit aller Ausprägungen innerhalb der ssp. *feisthamelii*.

Form der Analaugen

Mit der in der geschilderten Art durch Höhe und Breite berechneten Größe eines AA ist zugleich durch das Hilfsrechteck sein grober Umriß festgehalten. Wie der unbefangene Eindruck zeigt, ist die Variabilität dieser Form erheblich, sie reicht von längsoval über angenähert kreisrund bis zu einem Querband. Der Verdacht erschien berechtigt, daß sich in den Varianten Verschiedenheiten zwischen *p. podalirius* und *p. feisthamelii* verbergen. Ein Vergleich der AA-Formen wird durch den Quotienten AAH/AAB möglich (AAH/AAB = AA-Index AAI), dabei bedeutet AAI > 1 längsoval, AAI = 1 etwa kreisrund und AAI < 1 queroval bis bandförmig. Zum Vergleich der AAI wurde das subspec. *podalirius*-Kollektiv Europa (N = 17♂♂ gen. vern.) (Tab. 1) Wert 0.82 dem entsprechenden Kollektiv Katalonien (n = 11) Wert 0.78 gegenübergestellt. Nach W-Test ist kein Unterschied nachweisbar; damit können die beiden Kollektive als Teile eines Gesamtkollektivs aufgefaßt werden. Dasselbe ergab der Vergleich der gen. vern. ♀♀ Europa (n = 14) Wert 0.77 gegen Katalonien (n = 7) Wert 0.79. Auf Abb. 4 sind die Einzelwerte der Gesamtkollektive ♂♂ und ♀♀ jeweils zusammengefaßt als Summenkurven im Wahrscheinlichkeitsnetz eingetragen. Die Einheitlichkeit jedes Gesamtkollektivs tritt deutlich in Er-

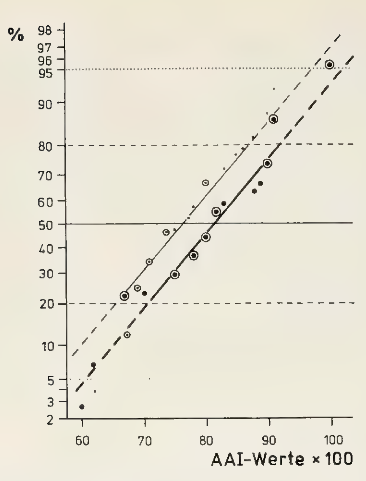


Abb. 4. *Iphiclides podalirius*. Analaugenindices ♂♂ (n = 28) und ♀♀ (n = 21) als Summenkurven im Wahrscheinlichkeitsnetz: Kräftiger gezeichnet ♂♂, schwächer gezeichnet ♀♀, Kreise: Punkte mehrfach belegt.

scheinung, wenn schon die ideale Normalverteilung in keinem Fall erreicht wird. Die Werte der ♀♀ liegen unter denen der ♂♂, danach sind die AA der ♀♀ allgemein mehr queroval. Die Gegenüberstellung der Individualwerte im Ansatz zum W-Test zeigt, daß die ♂♂ des *p. podalirius* gegenüber *p. feisthamelii* höhere Werte aufweisen; also neigen die AA hier mehr zur Kreisform, was auf einen Unterschied zwischen den beiden Subspecies hinweisen könnte. Aus diesen an sich geringfügigen Differenzen ist zu schließen, daß bei Zustandekommen der AA-Form besondere Faktoren wirksam werden. Um Klarheit zu schaffen, wurden n = 21 *p. podalirius* ♂♂ gen. vern. des Großraumes Europa in aufsteigender Reihenfolge der Hinterflügelbreite (HB) geordnet und jeweils die zugeordneten Werte für AAI, die Faltergröße f sowie für AAH und AAB eingetragen (Abb. 5). Aus Abb. 5 geht hervor, daß HB und AAH fast proportional mit f anwachsen, während AAB erheblich überproportional wächst, was sich im starken Abfall der AAI-Werte bei größeren Faltern auswirkt. Da die HB in sehr kleinen Schritten anwächst, schien es zweckmäßig, zwei benachbarte AAI mit W-Test zu vergleichen. Verwendet wurden *podalirius* ♂♂ gen. vern. eines Kollektivs Europa HB = 12 mm (n = 24) gegen HB = 13 mm (n =17). Der Unterschied der beiden AAI konnte mit 97.5 % gesichert werden (W-Test).

Um die Beziehungen zwischen den HB und AAI sauber zu erfassen, wurde nunmehr die Korrelation zwischen allen vier verwendeten HB und den zugeordneten AAI berechnet, wobei sich eine negative Korrelation ergab (r = -0.061; Abb. 6). Die erheblichen Streuungen der AAI sind wohl auf nicht erfaßbare biologische Faktoren zurückzuführen und gehören in den Blickwinkel Genotyp und Umwelt (Weber 1978).

4. Die Form der AA der species *podalirius* ist im Gegensatz zur AA-Größe nicht vom geographischen Gebiet, sondern von der absoluten Faltergröße abhängig.

Tab. 2. *Iphiclides podalirius*, relative Hinterflügelbreite (RHB) und Sicherheit der Unterschiede.

Subspecies	gen.		n	RHB	Unterschiedsicherung W-Test
podalirius (Europa)	**vern.**	♂♂	17	37,1	95,0 %
		♀♀	14	38,7	
	aest.	♂♂	13	39,4	97,5 %
		♀♀	14	41,2	
feisthamelii	**vern.**	♂♂	16	38,2	97,5 %
		♀♀	7	41,5	
	aest.	♂♂	12	40,0	99,5 %
		♀♀	9	43,5	

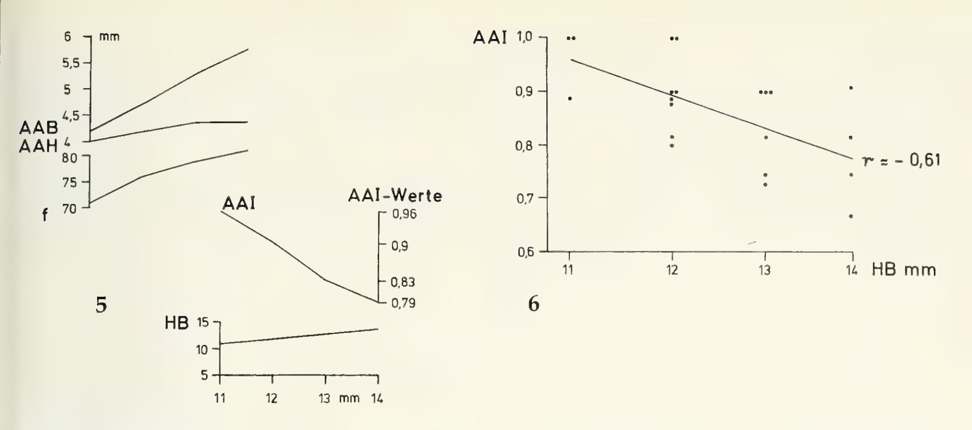


Abb. 5. *Iphiclides podalirius* gen. vern. n = 21♂♂, Vergleich der Werte für Faltergröße (f), Analaugenbreite (AAB), Analaugenhöhe (AAH) und Analaugenindices (AAI), bezogen auf die Hinterflügelbreite (HB).
Abb. 6. *Iphiclides podalirius*, gen. vern. n = 21♂♂, Analaugenindex (AAI) als Funktion der Hinterflügelbreite (HB).

Diskussion

Die Ergebnisse sind so eindeutig, daß sich eine Diskussion beinahe erübrigt. Sie sind am Ende jedes Abschnitts unter laufenden Nummern zusammengefaßt. Offen ist die Frage nach der taxonomischen Brauchbarkeit der AA: Ihr Größenunterschied tritt als weiteres Unterschiedsmerkmal zwischen *p. podalirius* und *p. feisthamelii* in Erscheinung. Sie ist nicht so auffallend wie die Schwärzung der Binden, die f. *ornata* Wheeler (Wohlfahrt 1980) und die Verschiedenheit der Grundfarbe der ♂♂ und ♀♀; dafür erweist sie sich als zuverlässiger in der Trennung, unabhängig von den Jahresbruten und von geographischen Barrieren. Eine allgemeine Verwendung als Schlüsselmerkmal erscheint trotzdem wenig zweckmäßig, weil das Feststellen der AA-Werte technisch aufwendig ist und bei ungenügender Präparation nicht ausgeführt werden kann. Immerhin könnten bei Zweifel die AA-Daten auf die Zugehörigkeit zu *podalirius* oder *feisthamelii* hinweisen. Von Interesse erscheint dagegen die AA-Größe als nachweisbare Verschiedenheit der beiden Unterarten.

Die auffallende Gleichheit der AA-Größen bei so weit entfernten Populationen wie der aus Europa und der aus der SO-Türkei ist wohl auf die Ausbreitungsgeschichte des *podalirius* zurückzuführen. Mit großer Wahrscheinlichkeit standen die Falter der SO-Türkei mit denen der kleinasiatischen S- und W-Küste und weiter mit den Populationen SO-Europas während der Würmeiszeit in Verbindung (Wohlfahrt 1985).

Da es im Abschnitt über die Form der AA darauf ankam, festzustellen, wodurch diese bedingt ist, wurde die folgende Frage zunächst nicht berücksichtigt, sie soll jedoch wegen ihrer grundsätzlichen Bedeutung angesprochen werden. Wie Abb. 4 zeigt, sind die AAI-Werte der ♂♂ durchwegs höher als die der ♀♀. Aus Abb. 5 geht hervor, daß bei größeren Faltern AAI erheblich absinkt. Wenn also die Werte der ♀♀ deutlich unter denen der ♂♂ liegen, so ist zu erwarten, daß die ♀♀ größere und vor allem breitere Hinterflügel haben. Die Eintragung der Werte in das Wahrscheinlichkeitsnetz läßt die Zusammengehörigkeit der Geschlechter ein und derselben Population nicht erkennen, so daß sich die Notwendigkeit ergibt, die Unterschiede unmittelbar nachzuweisen, also die entsprechenden HB in % der HL gegenüberzustellen. Als Unterlagen dienten die Falter der in den vorigen Abschnitten verwendeten Kollektive (Tab. 1). Die Werte und die Ergebnisse der Vergleiche sind in Tab. 2 zusammengestellt. Auf Tab. 2 wird der Sexualdimorphismus des *podalirius* im Vergleich mit Abb. 4 ebenfalls deutlich. Die ♀♀ haben durchwegs breitere Hinterflügel als die ♂♂. Die Hinterflügel des *feisthamelii* sind im Verhältnis etwas breiter als die des *podalirius*, doch ist der Unterschied so gering, daß er als Trennungsmerkmal kaum ins Gewicht fällt. In der gen. vern. von *podalirius* kann durch die klimatischen Verschiedenheiten im Bereich des Großkollektivs Europa an variable sekundäre Einflüsse gedacht werden. Zuletzt ist daran zu denken, daß bei sehr vielen Tagfalter-Arten die ♀♀ breitere Flügel aufweisen, wodurch der Befund am Segelfalter an Bedeutung verliert.

Zusammenfassung

1. Die Augenflecken am Analwinkel der Hinterflügeoberseite sind bei *Iphiclides podalirius podalirius* (L.) und *Iphiclides podalirius feisthamelii* (Dup.) in der Größe verschieden. Bei *feisthamelii* sind sie um den Faktor ≈ 0.9 kleiner.

2. Bei beiden Unterarten sind diese Flecken in der gen. aest. gegenüber der gen. vern. um den Faktor ≈ 1.1 größer.

3. In der Variabilität der Augenfleckenkontur besteht zwischen *podalirius* und *feisthamelii* kein Unterschied. Sie ist eine Funktion der Faltergröße.

Danksagung

Mein Dank gilt zuerst meiner Ehefrau Paula Maria Wohlfahrt für ihre vielen erfolgreichen Sammelreisen im Mittelmeerraum. Für das mir leihweise aus der Zoologischen Staatssammlung München überlassene Faltermaterial aus N-Afrika danke ich Herrn Dr. W. Dierl; die Falter aus der SO-Türkei, Prov. Hakkari, wurden mir in dankenswerter Weise von Herrn J. J. de Freina, München, zur Verfügung gestellt. Für Ratschläge und Hilfe in statistischen Fragen danke ich Herrn Prof. Dr. H. Vogt, Institut für Angewandte Mathematik und Statistik der Universität Würzburg. Frau Dr. Elisabeth Wolf, Würzburg, bin ich für Diskussionen und Textkritik dankbar.

Literatur

Pfanzagl, J. 1978. Allgemeine Methodenlehre der Statistik, Bd. II. - de Gruyter, Berlin

Seitz, A. 1907-1909. Die Großschmetterlinge der Erde, Bd. 1. - Kernen, Stuttgart

Weber, E. 1978. Mathematische Grundlagen der Genetik. - Fischer, Jena

Wohlfahrt, Th. A. 1978. Die infraspezifische Taxonomie des Segelfalters *Iphiclides podalirius* (L.) im Lichte neuerer biologischer Erkenntnisse, insbesondere hinsichtlich der Formen *inalpina* Verity, 1911 und *valesiaca* Verity, 1911. - NachrBl. bayer. Ent. **27**: 1-5

– – 1979. Über Unterschiede zwischen Frühjahrs- und Sommergeneration des Segelfalters *Iphiclides podalirius* (L.). - Spixiana **2**: 113-152

– – 1985. Über die Ausprägung der f. *ornata* Wheeler des Segelfalters *Iphiclides podalirius* (L.) in Vorderasen. - Mitt. Münch. Ent. Ges. **74**: 61-76